



全国农业高职院校“十二五”规划教材

# 发酵食品 生产技术

**F** ajiao Shipin  
Shengchan Jishu

尚丽娟 主编



中国轻工业出版社

全国农业高职院校“十二五”规划教材

# 发酵食品 F 生产技术

a Jiao Shi Pin Sheng Chan Ji Shu

尚丽娟 主编



中国轻工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

发酵食品生产技术/尚丽娟主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2012. 8

全国农业高职院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5019-8769-6

I. ①发… II. ①尚… III. ①发酵食品—生产工艺—  
高等职业教育—教材 IV. ①TS26

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 107295 号

责任编辑: 李亦兵 张 莉      责任终审: 劳国强      封面设计: 锋尚设计  
版式设计: 锋尚设计      责任校对: 晋 洁      责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京君升印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000      1/16      印张: 22

字 数: 437 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-8769-6      定价: 39.00 元

邮购电话: 010-65241695      传真: 65128352

发行电话: 010-85119835      85119793      传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

111001J2X101ZBW

# 全国农业高职院校“十二五”规划教材 食品类系列教材编委会

(按姓氏拼音顺序)

主 任 姜旭德 黑龙江民族职业学院

副主任 耿明杰 黑龙江农业工程职业学院

桂向东 黑龙江农垦科技职业学院

隋继学 郑州牧业工程高等专科学校

魏为民 黑龙江生物科技职业学院

于海涛 黑龙江农垦职业学院

委 员 查恩辉 曹凤云 车云波 陈淑范 付 丽 关 力

胡瑞君 华海霞 李威娜 任丽哲 任静波 尚丽娟

田 辉 王丽娜 王 娜 王 琪 吴汉东 杨 静

于瑞洪 张 玲 赵百忠

顾 问 丁岚峰 黑龙江民族职业学院

付兴国 河北科技师范学院

王 丹 国家乳业工程技术研究中心培训部

徐建成 黑龙江民族职业学院

## 本书编写人员

**主 编** 尚丽娟（黑龙江农垦科技职业学院）

**副主编** 刘复军（黑龙江生物科技职业学院）

刘志健（黑龙江农业工程职业学院）

李 婧（辽宁医学院食品科学与工程学院）

**参 编** （按姓氏拼音顺序）

冯 哲（粮食职业技术学院）

邵 辉（黑龙江农业工程职业学院）

孙 莹（牡丹江大学生物制药与食品工程学院）

岳 强（黑龙江广播电视大学）

# 前言

FOREWORD

发酵食品生产是人类利用微生物的结晶。随着人类文明的逐步发展，科学技术的不断进步，发酵食品生产技术在近几个世纪得到了迅速发展，生产出了丰富多样的发酵新产品。长期以来，这些产品形成了独特的生产工艺和产品特征，如不同香型的蒸馏酒、食醋、酱油、发酵酱品、发酵豆制品、发酵乳制品等，深受各国人民的喜爱。

作为食品、微生物技术及应用等专业的高等职业教育教材，根据教育部高职培养目标和要求，本书在编写过程中，重点介绍各种新型发酵食品，对其理论及工艺过程有较为详尽的叙述，以期使学生初步具有探索新工艺、新技术的科学研究能力和设计能力，努力体现以职业岗位为导向、以职业技能培养为重点的高等职业教育特色，突出应用性和针对性，加强实践能力的培养，同时反映本行业技术领域的新知识、新技术、新工艺、新方法，并注意以够用为度，学以致用，面向实践，注重实操，符合工学结合发展需求。

本书是基于工作过程和就业岗位的需求分析，按照发酵产品生产项目下的任务驱动、配合实训项目导向的模式来进行编写的。即以发酵产品生产工艺流程为主线，以生产“工序”为载体，通过解剖工艺流程，将教学项目和实训项目对应，对项目的目的、内容、知识综合应用程度、实用性、创新性、达成目标提出要求，融入了食品发酵行业的发展动态及最新工艺技术应用和研究成果，重新序化了教学内容。

本书共分十个项目：食品发酵的认知、白酒的酿造、啤酒生产技术、葡萄酒生产技术、黄酒生产技术、酱油生产技术、食醋生产技术、酱品生产技术、发酵豆制品生产技术和发酵乳制品生产技术。本书的编写打破了理论教材与实验实训教材分开的格局，根据职业情境和职业能力的同一性原则，在每一个教学项目中编排相对应的实验实训项目，构建融教、学、做于一体的“一体化”模式。全书总计十五个实训，并放在全书的最后。

本书由黑龙江农垦科技职业学院尚丽娟、黑龙江生物科技职业学院刘复军、黑龙江农业工程职业学院刘志健、辽宁医学院食品科学与工程学院李婧、黑龙江广播电视大学岳强、粮食职业技术学院冯哲、黑龙江农业工程职业学院邵辉、牡丹江大学生物制药与食品工程学院孙莹编写。全书由尚丽娟统稿。具体编写分工如下：尚丽娟（项目三、项目九、实训五）、刘复军（项目六、项目七、实训十三）、刘志健（项目二、实训一）、李婧（项目四、项目五）、岳强（项目八）、冯哲（实训二、实训三、实训六、实训七、实训八、实训九、实训十、实训十一、实训十二）、邵辉（项目十）、孙莹（项目一、实训四、实训十四、实训十五）。

本书在编写中参考了很多资料、文献，在此对有关作者表示感谢。本书的编写得到了编者所在单位领导和中国轻工业出版社编辑人员的大力支持，在此表示衷心感谢。

限于编者的学识和水平，书中难免存在不妥和疏漏之处，恳请读者提出宝贵意见。

编者

2011年12月

# 目录

CONTENTS

|                         |    |
|-------------------------|----|
| <b>项目一 食品发酵的认知</b>      | 1  |
| 【知识目标】                  | 1  |
| 【技能目标】                  | 1  |
| 【解决问题】                  | 1  |
| 【必备知识】                  | 1  |
| 一、发酵与酿造技术的历史            | 1  |
| 二、发酵与酿造技术特点以及与现代生物技术的关系 | 4  |
| 三、发酵与酿造技术的研究对象          | 6  |
| 四、发酵与酿造技术的发展趋势          | 9  |
| <b>项目二 白酒的酿造</b>        | 11 |
| 【知识目标】                  | 11 |
| 【技能目标】                  | 11 |
| 【解决问题】                  | 11 |
| 【必备知识】                  | 12 |
| 一、白酒成分与来源               | 12 |
| 二、白酒中有害成分               | 14 |
| 三、白酒的质量标准               | 16 |
| 四、白酒的卫生标准               | 19 |
| <b>任务一 原辅料及处理</b>       | 19 |
| 一、制曲原料                  | 20 |
| 二、酿酒的原料和辅料              | 21 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 三、生产用水·····             | 24 |
| ➤ 任务二 大曲白酒生产工艺 ·····    | 28 |
| 一、大曲白酒的特点·····          | 28 |
| 二、大曲白酒的类型·····          | 29 |
| 三、大曲白酒生产工艺·····         | 30 |
| ➤ 任务三 小曲白酒生产工艺 ·····    | 45 |
| 一、小曲白酒的特点·····          | 45 |
| 二、小曲白酒生产工艺·····         | 45 |
| 【习题】·····               | 49 |
| <b>项目三 啤酒生产技术</b> ····· | 50 |
| 【知识目标】·····             | 50 |
| 【技能目标】·····             | 50 |
| 【解决问题】·····             | 50 |
| 【必备知识】·····             | 51 |
| 一、啤酒的成分及营养价值·····       | 51 |
| 二、啤酒的分类·····            | 52 |
| 三、啤酒生产的一般工艺流程·····      | 54 |
| 四、啤酒生产的原辅料·····         | 54 |
| 五、酒花和酒花制品·····          | 57 |
| 六、酿造用水·····             | 59 |
| ➤ 任务一 麦芽制备 ·····        | 60 |
| 一、大麦预处理·····            | 60 |
| 二、浸麦·····               | 61 |
| 三、发芽·····               | 63 |
| ➤ 任务二 麦汁制备 ·····        | 65 |
| 一、原料、辅料的粉碎·····         | 66 |
| 二、糖化·····               | 67 |
| 三、麦汁过滤·····             | 80 |
| 四、麦汁煮沸与酒花添加·····        | 81 |
| 五、麦汁冷却·····             | 86 |
| 六、麦汁浸出物收得率及理化指标·····    | 87 |
| ➤ 任务三 啤酒发酵 ·····        | 88 |
| 一、啤酒酵母·····             | 88 |
| 二、啤酒发酵过程的主要物质变化·····    | 93 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 三、传统啤酒发酵·····    | 95  |
| 四、啤酒大型发酵罐发酵····· | 98  |
| 五、其他发酵方法·····    | 101 |
| 【习题】·····        | 102 |

## **项目四 葡萄酒生产技术** ····· 103

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 【知识目标】·····                  | 103 |
| 【技能目标】·····                  | 103 |
| 【解决问题】·····                  | 103 |
| 【必备知识】·····                  | 104 |
| 一、葡萄酒的分类·····                | 104 |
| 二、葡萄酒的贮存·····                | 106 |
| 三、葡萄酒的后处理和灌装·····            | 108 |
| 四、葡萄酒的再加工·····               | 111 |
| ▶ <b>任务一 葡萄酒生产准备</b> ·····   | 112 |
| 一、酿酒用葡萄品种·····               | 112 |
| 二、酿酒葡萄的采收·····               | 113 |
| 三、葡萄汁（浆）的制备与葡萄汁（浆）成分的调整····· | 113 |
| 四、二氧化硫的作用与添加·····            | 114 |
| 五、葡萄酒酵母·····                 | 115 |
| ▶ <b>任务二 葡萄酒的酿造</b> ·····    | 115 |
| 一、白葡萄酒的酿造工艺·····             | 115 |
| 二、红葡萄酒的酿造工艺·····             | 117 |
| ▶ <b>任务三 葡萄酒的品评与鉴定</b> ····· | 119 |
| 一、葡萄酒变质有以下几条主要特征·····        | 120 |
| 二、酒的鉴定·····                  | 121 |
| 三、快速鉴定红葡萄酒的方法·····           | 122 |
| 【习题】·····                    | 122 |

## **项目五 黄酒生产技术**····· 123

|             |     |
|-------------|-----|
| 【知识目标】····· | 123 |
| 【技能目标】····· | 123 |
| 【解决问题】····· | 123 |
| 【必备知识】····· | 124 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 一、黄酒的分类         | 124 |
| 二、黄酒生产原料        | 124 |
| 三、黄酒发酵基本原理      | 127 |
| 四、黄酒酿造过程中的主要微生物 | 129 |
| 五、黄酒传统酿造工艺      | 130 |
| ► 任务一 生产原料的预处理  | 134 |
| 一、大米原料的处理       | 134 |
| 二、其他原料的处理       | 136 |
| ► 任务二 糖化发酵剂的制备  | 137 |
| 一、酒药            | 137 |
| 二、曲             | 139 |
| 三、酒母            | 141 |
| ► 任务三 黄酒后处理工艺   | 141 |
| 一、压滤            | 142 |
| 二、澄清            | 143 |
| 三、煎酒            | 144 |
| 四、包装、贮存         | 144 |
| 【习题】            | 146 |

## 项目六 酱油生产技术 147

|               |     |
|---------------|-----|
| 【知识目标】        | 147 |
| 【技能目标】        | 147 |
| 【解决问题】        | 147 |
| 【必备知识】        | 148 |
| 一、酱油分类        | 148 |
| 二、酱油风味物质与形成机理 | 149 |
| 三、酱油酿造中的主要微生物 | 153 |
| 四、酱油生产的原料与辅料  | 154 |
| ► 任务一 种曲的制备   | 159 |
| 一、菌种选择与培养     | 159 |
| 二、纯种三角瓶培养     | 160 |
| 三、种曲的制备       | 160 |
| ► 任务二 制曲原料处理  | 163 |
| 一、原料轧碎与润水、加水  | 163 |
| 二、原料蒸煮        | 164 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 三、其他原料的处理·····             | 167 |
| 四、液化及糖化·····               | 168 |
| <b>► 任务三 成曲制备</b> ·····    | 170 |
| 一、制曲设备·····                | 170 |
| 二、制曲工艺与管理·····             | 173 |
| 三、通风制曲要点·····              | 176 |
| 四、制曲过程污染的来源与防治·····        | 177 |
| 五、成曲质量标准·····              | 178 |
| <b>► 任务四 酱油发酵</b> ·····    | 179 |
| 一、低盐固态发酵法·····             | 179 |
| 二、高盐稀态发酵法·····             | 186 |
| 三、固稀发酵法·····               | 188 |
| 四、酱油的浸出·····               | 189 |
| 【习题】·····                  | 191 |
| <b>项目七 食醋生产技术</b> ·····    | 192 |
| 【知识目标】·····                | 192 |
| 【技能目标】·····                | 192 |
| 【解决问题】·····                | 192 |
| 【必备知识】·····                | 193 |
| 一、食醋的分类及酿造原料·····          | 193 |
| 二、名特优食醋品质特性·····           | 195 |
| 三、食醋酿造基本原理·····            | 195 |
| 四、食醋酿造的主要微生物及糖化发酵剂·····    | 199 |
| 五、食醋酿造原料处理·····            | 202 |
| 六、国内几种名特醋产品的酿制·····        | 203 |
| <b>► 任务一 固态发酵法酿醋</b> ····· | 207 |
| 一、固态发酵法制醋的特点·····          | 207 |
| 二、固态发酵法制麸曲醋·····           | 208 |
| 三、固态发酵法制大曲醋·····           | 210 |
| 四、固态发酵法制小曲醋·····           | 214 |
| 五、固态发酵法酿醋质量标准·····         | 216 |
| <b>► 任务二 固稀发酵法酿醋</b> ····· | 217 |
| 一、固稀发酵法制醋·····             | 217 |
| 二、固稀发酵法制醋的优点·····          | 219 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| ➤ 任务三 液态发酵法酿醋 .....    | 219 |
| 一、液体回流发酵法 .....        | 219 |
| 二、液态深层发酵法 .....        | 220 |
| ➤ 任务四 食醋的检测及质量控制 ..... | 222 |
| 一、食醋的检测 .....          | 222 |
| 二、食醋的质量控制 .....        | 223 |
| 【习题】 .....             | 224 |

## 项目八 酱品生产技术 .....

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 【知识目标】 .....                          | 225 |
| 【技能目标】 .....                          | 225 |
| 【解决问题】 .....                          | 225 |
| 【必备知识】 .....                          | 226 |
| 一、酱品分类 .....                          | 226 |
| 二、辣椒酱制作 .....                         | 228 |
| 三、水产酱、肉酱制作 .....                      | 231 |
| 四、几种名优酱品 .....                        | 233 |
| ➤ 任务一 面酱生产 .....                      | 236 |
| 一、曲法面酱的制作 .....                       | 236 |
| 二、酶法面酱的制作 .....                       | 241 |
| 三、面酱成品质量（甜面酱行业标准SB/T10296—2009） ..... | 242 |
| ➤ 任务二 大豆酱生产 .....                     | 243 |
| 一、曲法大豆酱的制作 .....                      | 243 |
| 二、酶法大豆酱的制作 .....                      | 246 |
| 三、大豆酱质量标准（GB/T24399—2009） .....       | 247 |
| ➤ 任务三 豆瓣酱生产 .....                     | 247 |
| 一、工艺流程 .....                          | 248 |
| 二、原料处理 .....                          | 248 |
| 三、制曲 .....                            | 249 |
| 四、发酵 .....                            | 250 |
| 【习题】 .....                            | 251 |

## 项目九 发酵豆制品生产技术 .....

|              |     |
|--------------|-----|
| 【知识目标】 ..... | 252 |
|--------------|-----|

|                  |     |
|------------------|-----|
| 【技能目标】           | 252 |
| 【解决问题】           | 252 |
| 【必备知识】           | 253 |
| 一、豆制品分类          | 253 |
| 二、发酵豆制品所需的微生物    | 253 |
| 三、基本生产流程及关键控制环节  | 254 |
| ► 任务一 腐乳的生产      | 254 |
| 一、腐乳的定义、类型、品牌    | 254 |
| 二、腐乳生产的原辅料       | 257 |
| 三、菌种培养           | 259 |
| 四、豆腐坯制作          | 260 |
| 五、腐乳发酵           | 262 |
| 六、其他类型腐乳生产简介     | 264 |
| 七、腐乳的质量标准及生产技术指标 | 267 |
| ► 任务二 豆豉生产       | 268 |
| 一、豆豉的定义及分类       | 268 |
| 二、豆豉生产工艺         | 270 |
| 三、豆豉的质量标准        | 275 |
| 四、两种名优豆豉的制备      | 276 |
| ► 任务三 其他发酵豆制品制作  | 277 |
| 一、纳豆             | 277 |
| 二、丹贝             | 279 |
| 【习题】             | 281 |

## 项目十 发酵乳制品生产技术 282

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 【知识目标】          | 282 |
| 【技能目标】          | 282 |
| 【解决问题】          | 282 |
| 【必备知识】          | 283 |
| 一、乳酸菌发酵剂的概念及分类  | 283 |
| 二、乳酸菌发酵剂常用菌种及选择 | 283 |
| 三、乳酸菌发酵机理       | 284 |
| 四、发酵剂的制备        | 284 |
| 五、发酵剂的质量要求      | 285 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| ➤ 任务一 酸乳生产 .....    | 285 |
| 一、酸乳的概念和种类 .....    | 285 |
| 二、酸乳生产 .....        | 287 |
| 三、酸乳质量控制 .....      | 293 |
| ➤ 任务二 乳酸菌饮料生产 ..... | 295 |
| 一、乳酸菌饮料概念及分类 .....  | 295 |
| 二、乳酸菌饮料生产 .....     | 296 |
| 三、乳酸菌饮料的质量控制 .....  | 297 |
| 四、乳酸菌饮料标准 .....     | 298 |
| 【习题】 .....          | 299 |

## 实 训 ..... 300

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| ➤ 实训一 低度白酒的除浊处理 .....     | 300 |
| ➤ 实训二 酒精发酵试验 .....        | 302 |
| ➤ 实训三 麦汁的制备及糖度检测 .....    | 304 |
| ➤ 实训四 淀粉酶解糖液的制备 .....     | 307 |
| ➤ 实训五 啤酒酵母的活化、扩大培养 .....  | 309 |
| ➤ 实训六 啤酒主发酵 .....         | 311 |
| ➤ 实训七 啤酒的生产 .....         | 312 |
| ➤ 实训八 红葡萄酒的酿制 .....       | 314 |
| ➤ 实训九 玉米黄酒的制作 .....       | 316 |
| ➤ 实训十 醋酸菌的分离纯化 .....      | 318 |
| ➤ 实训十一 食醋的酿造 .....        | 319 |
| ➤ 实训十二 酱油中氨基氮含量的测定 .....  | 322 |
| ➤ 实训十三 酱油的生产 .....        | 324 |
| ➤ 实训十四 毛霉的分离和豆腐乳的制备 ..... | 326 |
| ➤ 实训十五 绿豆发酵乳制作 .....      | 329 |

|            |     |
|------------|-----|
| 参考文献 ..... | 332 |
|------------|-----|

# 项目一

## 食品发酵的认知



### 【知识目标】

1. 知道食品发酵与酿造的有关概念。
2. 能陈述食品发酵过程及其特点。
3. 知道食品发酵产品的分类。
4. 了解食品发酵、酿造的发展历程和发展趋势。



### 【技能目标】

能够运用基本概念对部分发酵食品生产进行分析说明。



### 【解决问题】

1. 发酵技术、发酵工程与生物技术三者之间的关系是怎样的？
2. 目前，发酵食品生产工艺有哪些创新性？



### 【必备知识】

## 一、发酵与酿造技术的历史

发酵的英文“fermentation”是从拉丁语“ferver”即“发泡”、“翻涌”派生而来的，因为发酵发生时有鼓泡和类似沸腾翻涌的现象。如中国黄酒的酿造和欧

洲啤酒的发酵就以起泡现象作为判断发酵进程的标志。可以说，人类利用微生物进行食品发酵与酿造已有数千年的历史，发酵现象是自古以来就已被人们发现并掌握的，但由于对发酵与酿造的主角——微生物缺乏认识，发酵与酿造的本质长时间没有被揭示，始终充满神秘色彩。因而在19世纪中叶以前，发酵与酿造业的发展极其缓慢。

在微生物的发现上做出重大贡献的是17世纪后叶的列文虎克（Leewehoch），他用自制的手磨镜，成功地制成了世界上第一台显微镜，在人类历史上第一次通过显微镜用肉眼发现了单细胞生命体——微生物。由于当时“自然发生说”盛极一时，他的发现并没有受到应有的重视。在随后的100多年里，对各种各样微生物的观察一直没有间断，但仍然没有发现微生物与发酵的关系。直到19世纪中叶，巴斯德（Pasteur）经过长期而细致的研究之后，才有说服力地宣告发酵是微生物作用的结果。

巴斯德在巴斯德瓶中加入肉汁，发现在加热情况下不发酵，不加热则产生发酵现象，并详细观察了发酵液中许多微小生命的生长情况等，由此他得出结论：发酵是由微生物进行的一种化学变化。在连续对当时的乳酸发酵、转化糖酒精发酵、葡萄酒酿造、食醋制造等各种发酵进行研究之后，巴斯德认识到这些不同类型的发酵，是由形态上可以区别的各种特定的微生物所引起的。但在巴斯德的研究中，进行的都是自然发生混合培养，对微生物的控制技术还没有很好掌握。

其后不久，科赫（Koch）建立了单种微生物分离和纯培养技术，利用这些技术研究炭疽病时，发现动物的传染病是由特定的细菌引起的。从而得知，微生物也和高等植物一样，可以根据它们的种属关系明确地加以区分，从此以后，各种微生物纯培养技术获得成功，人类靠智慧逐渐学会了微生物的控制，把单一微生物菌种应用于各种发酵产品中，在产品防腐、产量提高和质量稳定方面起到重要作用。因此，单种微生物分离和纯培养技术的建立，是食品发酵与酿造技术发展的一个转折点。

这一时期，巴斯德、科赫等为现代发酵与酿造工业打下坚实基础的科学巨匠们，虽然揭示了发酵的本质，但还是没有认识发酵的化学本质。直到1897年，布赫纳（Buchner）才阐明了微生物的化学反应本质。为了把酵母提取液用于医学，他用石英砂磨碎酵母菌细胞制成酵母汁，并加入大量砂糖防腐，结果意外地发现酵母汁也有发酵现象，任何生物都具有引起发酵的物质——酶，从此以后，人们用生物细胞的磨碎物研究种种反应，从而促成了当代生物化学的诞生，也使生物化学和微生物学彼此沟通起来，大大扩展了发酵与酿造的范围，丰富了发酵与酿造的产品。

但这一时期，发酵与酿造技术未见有特别的改进，直到20世纪40年代，借助于抗生素工业的兴起，建立了通风搅拌培养技术。因为当时正值第二次世界大战，由于战争需要，人们迫切需要大规模生产青霉素，于是借鉴丙酮丁醇的纯种